

Matti Porkka

Kuoripuristininvestoinnin vaikutus kuoren kuiva-ainepitoisuuteen Sunilan sellutehtaalla

Opinnäytetyö
Puutekniikka

Joulukuu 2015

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Matti Porkka	Insinööri	Joulukuu 2015
Opinnäytetyön nimi		25 sivua
Kuoripuristininvestoinnin vaikutus kuorenkuiva- ainepitoisuuteen Sunilan sellutehtaalla		3 liitesivua
Toimeksiantaja		
Stora Enso Oyj		
Ohjaaja		
Lehtori Olavi Liukkonen		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyössä selvitettiin kuoripuristimien tehokkuutta ja uuden puristimen vaikutusta kuoren kuiva-ainepitoisuuteen Stora Enso Oyj:n Sunilan tehtaalla. Suurin vaikutus oli kuoren puristuskapasiteetin nostolla. Uuden ja vanhan puristimen rakenteessa ei ole suurta eroa siksi kuiva-ainepitoisuusmittausten tulokset eri puristimilta ovat samankaltaisia.</p> <p>Työssä selvitetään myös tehtaan toiminta pääpiirteittäin. Tarkemmin on kerrottu kuorilinjasta ja sen toimilaitteista. Teoriaosassa on kerrottu kuoren rakenteesta ja kuoren käytöstä yleisesti. Tutkimuksessa hyödynnettiin tehtaan laboratorion tekemiä kuiva-ainemittaustuloksia vuodelta 2014.</p> <p>Johtopäätöksenä voidaan todeta, että toisen kuoripuristimen investointi oli kannattava. Investoinnin jälkeen kaikki tuotannosta tuleva kuori voidaan ajaa puristimien kautta. Kuorikasaan päätyvän kuoren kuiva-aine on pääasiassa 40–50 prosentin välillä. Tämä kuiva-ainepitoisuus on riittävä kuorikattilan kannalta.</p>		
Asiasanat		
Kuiva-aine, kuori, kuoripuristin, näyte		

Author (authors)	Degree	Time
Matti Porkka	Bachelor of Wood Technology	December 2015
Thesis Title		25 pages
Effect of the Bark Press Investment on the Dry Content of the Bark In Sunila Pulp Mill		3 pages of appendices
Commissioned by		
Stora Enso Ltd Sunila Pulp Mill		
Supervisor		
Olavi Liukkonen, Senior Lecturer		
Abstract		
<p>The objective of the study was to examine the drying efficiency of the new bark press and press output capacity. The main target of the investment was to increase the bark pressing capacity in the mill. There are no big structural changes between the old and the new press, and for that reason produced dry bark substance contents are very similar in both presses.</p> <p>The thesis explains the factory's operation in general. The barking line and its actuators are described in more detail. The structure of bark and its use is explained in the theory part of the study. The factory laboratory's dry substance measurement results in the year 2014 are used in this thesis.</p> <p>As a conclusion, the new bark press investment was profitable. After the investment, all bark that is produced can be fed to the bark presses. The bark presses process bark whose dry substance content is mainly 40 – 50 percent. This dry substance content is high enough for the bark boiler use.</p>		
Keywords		
dry substance, bark, bark press, sample		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	YRITYSESITTELY.....	6
2.1	Stora Enso Oyj.....	6
2.2	Sunilan tehdas.....	6
2.3	Sunilan tehtaan tuotteet.....	7
3	PROSESSI.....	8
3.1	Puunkäsittely.....	8
3.2	Keittämö.....	8
3.3	Pesemö.....	8
3.4	Lajittamo.....	9
3.5	Valkaisu.....	9
3.6	Kuivaus.....	9
3.7	Paalaus ja varastointi.....	10
4	KUORENKÄSITTELY.....	11
4.1	Sulatuskuljetin.....	11
4.2	Kuorintarumpu.....	11
4.3	Kuorimurskain.....	12
4.4	Kuoripuristimet.....	13
5	KUORI.....	15
5.1	Kuoren rakenne.....	15
5.1.1	Nila.....	15
5.1.2	Ulkokuori.....	16
5.2	Kuoren käyttö yleisesti.....	17
6	KUOREN KUIVA-AINEMITTAUKSET JA SAADUT TULOKSET.....	18
6.1	Näytteenotto.....	18
6.2	Tulokset.....	19
7	YHTEENVETO.....	20
	LÄHTEET.....	22

1 JOHDANTO

Sellutehtaan sivutuotteena syntyy prosessin alkuvaiheessa puun kuorta. Kuoren käsittely on olennainen osa tehtaan toimintaa, sillä kuorta poltetaan kuorikattilassa höyryn aikaansaamiseksi ja kuorta myös myydään tehtaan ulkopuolelle. Sunilan tehtaalla kuorikattila toimii ns. apukattilana, jonka höyryä käytetään kuivauskoneilla sellun kuivatukseen. Puusta kuorittaessa kuori on märkää ja sen kuiva-ainepitoisuus on siten alhainen. Jotta kuorikattilasta saataisiin mahdollisimman suuri hyötyteho irti, kuoren kuiva-ainepitoisuus pitäisi saada mahdollisimman korkeaksi. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että kuoresta on poistettava vettä. Sunilassa kuorintarummusta tuleva kuori käsitellään kuorimurskaimella ja edelleen kahdella Saalastin valmistamalla kuoripuristimella. Opinnäytetyön tarkoituksena on raportoida, kuinka vuonna 2013 lisätty toinen kuoripuristin on vaikuttanut kuoren kuiva-ainepitoisuuteen. Muutos on ilmeinen, koska kaksi puristinta nostaa huomattavasti kuoren puristuskapasiteettia. Ennen muutosta kuorta jouduttiin ajamaan märkänä suoraan kuorikasaan.

2 YRITYSESITTELY

2.1 Stora Enso Oyj

Stora Enso Oyj on suomalais-ruotsalainen metsäteollisuusyritys. Vuonna 2014 Stora Enso oli maailman toiseksi suurin painopaperin valmistaja. Stora Ensol- la on tuotantolaitoksia 18 maassa. Yhtiön suurimmat tehtaat sijaitsevat Suo- messa, Ruotsissa, Saksassa ja Ranskassa. Stora Enson vuosittainen tuotan- tokapasiteetti on 5,2 miljoonaa tonnia kemiallista sellua, 12,1 miljoonaa tonnia paperia ja kartonkia, 1,3 miljardia neliometriä aaltopahvia ja 6,0 miljoonaa kuutiometriä jatkojalosteita. Yhtiön markkina-arvo oli 5,871 miljardia euroa vuonna 2014. Liikevaihto 2014 oli 10 213 miljoonaa. Henkilökuntaa yritykses- sä oli noin 29 000. Yhtiön toimitusjohtajana on toiminut elokuun 2014 alusta alkaen ruotsalainen Karl-Henrik Sundström. (1.)

2.2 Sunilan tehdas

Sunilan sulfaattisellutehdas sijaitsee Kotkassa, Sunilan kaupunginosassa Ky- mijoen suulla. Alvar Aallon suunnittelema tehdas käynnistyi 1938. Tehdas tuottaa valkaistua havupuusellua. Tehtaan tuottamaa armeeraussellua käyte- tään puupitoisiin painopapereihin, esim. päällystettyyn painopaperiin, SC- pa- periin ja sanomalehtipaperiin. Puuraaka-aineena tehdas käyttää kuusta ja mäntyä. Kotimaista 72 % ja tuontipuuta 28 %. Lisäksi käytetään sahaketta 500 kilometrin säteeltä. Puunkulutus on vuositasolla noin 2 miljoonaa kuutiota. Tehtaan vuosittainen tuotantokapasiteetti on 375 000 tonnia valkaistua sellua. Tehdas työllistää 155 henkilöä. (2.)



Kuva 1. Sunilan tehdas kuvattuna etelästä (1.)

2.3 Sunilan tehtaan tuotteet

Tehtaan tärkein tuote on valkaistu sellu, mutta sivutuotteina tehdas tuottaa kuorta, mäntyöljyä, tärpähtiä, ligniiniä ja sähköä. Jatkossa näiden sivutuotteiden tuotantoa pyritään entisestään kasvattamaan ja niiden osuus tuotannon kokonaismäärästä kasvaa. Sähköenergian puolesta tehdas on omavarainen. Sähköä jopa myydään ulospäin. Ligniinin erotteluosasto käynnistyi alkuvuodesta 2015. Niin kutsutulle Lignoboost-linjan tuottamalle kuivalle ligniinille on asetettu korkeat odotukset. Tulevaisuudessa ligniinin on toivottu korvaavan joitain muoveja. Tuotekehityksen toivotaan tuovan esiin uusia ligniinin käyttömahdollisuuksia.

3 PROSESSI

3.1 Puunkäsittely

Sunilan kuorimo on niin sanottu yksilinjainen kuorimo. Kuorimon päälaitteet on otettu käyttöön vuonna 1991. Puun kuorinta ja haketus suoritetaan eräkäsittelynä mänty- ja kuusipuu erillään. Kuorimolinjan kapasiteetti vaihtelee välillä $5000 \text{ m}^3 - 7000 \text{ m}^3$. Puut syötetään sulatuskuljettimelle, jossa talvisaikaan puiden kuoripinta saadaan sulatettua ja kasteltua kuorinnan mahdollistamiseksi. Sulatuskuljetin siirtää puut kuorintarummun kautta hakkurille. Kuoriaines putoaa hakkurin alle, josta se kulkeutuu kuorenkäsittelyyn. Ennen hakkuria on metallinpaljastin, joka pysäyttää linjan metallia havaittaessa. Hakkurilla puut haketetaan. Hakkeet varastoidaan puulajin mukaisesti joko hakesiiloon tai kasaan pihalle. Sunilassa on neljä isoa hakesiiloa, jotka on jaoteltu puulajin ja sen mukaan onko hake ostohaketta vai omaa tuotantoa. Eri siilot mahdollistavat tarkan hakesuhteen hallinnan. (4.)

3.2 Keittäminen

Keittämön tehtävä on lämmön ja kemikaalien avulla poistaa kuituja sitovaa ligniiniä siinä määrin, että hake kuituuntuu helposti. Kuidut on tarkoitus pitää mahdollisimman pitkinä, ehjinä ja vahvoina. Vaahtoamisen ja saostumisen estämiseksi yritetään samalla, myös poistaa puun uuteaineita. Sulfaattikeitossa käytetty kemikaali on natriunhydroksidin (NaOH) ja natriumsulfidin (Na_2S) seosta, niin sanottua valkolipeää. Sunilan keitin on ns. jatkuvatoiminen keitin, jossa haketta syötetään keittimen yläpäästä ja valmis massa poistetaan keittimen alapäästä. Keitin on jaettu vyöhykkeisiin, joissa eri keiton vaiheet tapahtuvat. (3.)

3.3 Pesemö

Keitosta tullut massa pestään eli siitä erotellaan kuitu ja muut hakkeesta liuenneet aineet. Tavoitteena on orgaanisen ligniinin ja epäorgaanisten keittokemikaalien mahdollisimman tarkka talteenotto regenerointia varten. Pesussa pyritään käyttämään mahdollisimman pientä vesimäärää. Jäteliuos (mustalipeä) johdetaan haihduttamolle ja sieltä edelleen soodakattilalle polttoon. Jäteliuos sisältää arvokkaita kemikaaleja ja polttoenergiaa joten sen talteenotto on

tärkeää. Massan pesulla pienennetään myös valkaisuissa käytettyjen kemikaalien kulutusta, valkaisun jätevesiin menevän aineksen määrää ja myös massan käsittely helpottuu. (3.)

3.4 Lajittamo

Keiton jäljiltä massassa on epäpuhtauksia, joita pitää pystyä erottelemaan. Massassa voi olla hiekkaa, muovia, kuoriroskaa tai kuitukimppuja. Lajittelun massan pitäisi olla mahdollisimman puhdasta ajettavuuden ja laadun kannalta. Lajittelu tehdään usein monessa vaiheessa perustuen osasten kokoon tai painoon. (3.)

3.5 Valkaisu

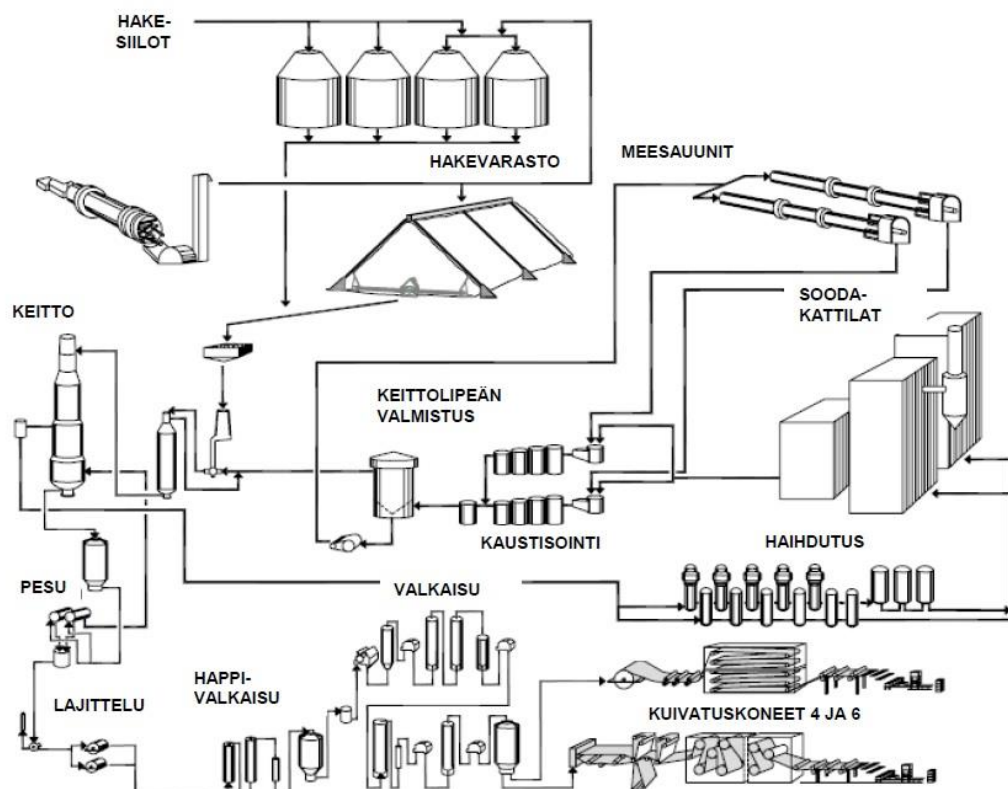
Valkaisun tavoitteena on kemikaaleilla vaalentaa keitettyä massaa. Massaa myös pestään valkaisuprosesseissa useaan otteeseen. Lajittamosta tuleva massa on hyvin ruskeaa. Valkaisuun käytettäviä kemikaaleja ovat vetyperoksidi (H_2O_2) ja klooridioksidi (ClO_2). Valkaisun viimeisen vaiheen jälkeinen tehokas pesu on olennainen massan jälkikellertymisen vähentämiseksi. (3.)

3.6 Kuivaus

Varsinaisen massan viimeinen käsittelyvaihe on kuivaus, jossa massasta poistetaan ylimääräinen vesi ja pyritään haluttuun loppukosteuteen. Massa johdetaan kuivauskoneen perälaatikkoon. Konetyypistä riippuen rata ajetaan puristinten, tasoviiran tai kaksoisviiran läpi kuivauskaappiin. Puristimilla vesi poistetaan mekaanisesti, mutta kaapissa käytetään haihduttamista. Sunilassa käytössä on kaksi kuivauskonetta, joista toinen on Kamyr-kone, jonka perässä on leijukuivain. Rata kuivataan puhallinkuivaajassa puhtaana konvektiokuivauksena. Toisella koneella massa johdetaan perälaatikosta tasoviiralle. Sen jälkeen massarata ajetaan neljän puristimen kautta sylintereillä varustettuun kaappiin ja kuivataan kontaktikuivatuksena.

3.7 Paalaus ja varastointi

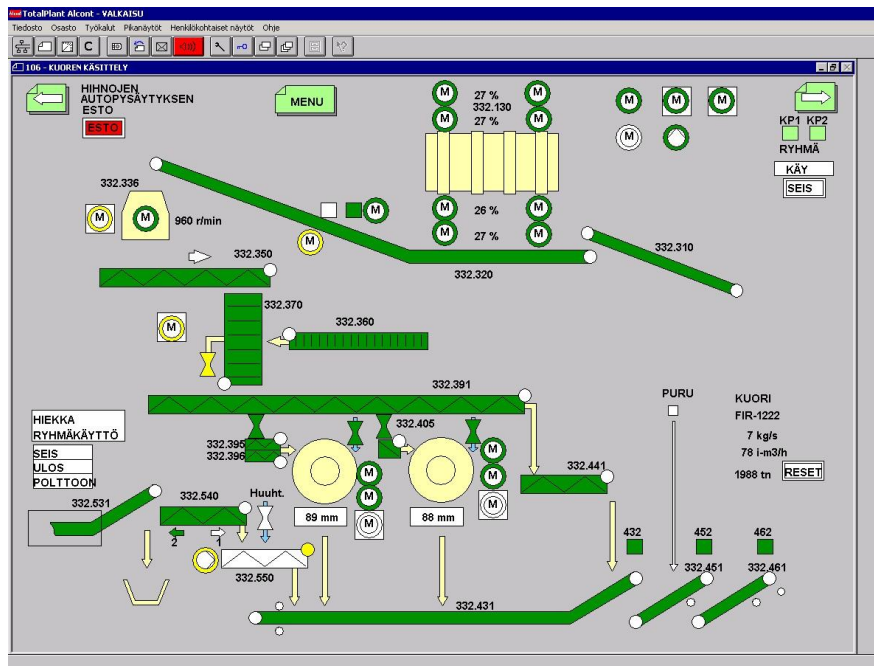
Kuivatuskoneiden perässä on arkkileikkurit, joilla rata leikataan poikkisuunnassa yhteen ja pituussuunnassa viiteen osaan. Näin muodostuu paalipöydällinen viidestä 250 kg paalista. Paalit puristetaan pienemmiksi, minkä jälkeen vientipaalit kääritään, yksiköidään, sidotaan yksitellen ja ladotaan lopulta 2000 kg painavaksi suurpaaliksi. Kotimaanpaaleja ei kääritä. Paalit ladotaan 1000 kg suurpaaliksi ja sidotaan kääreettömänä. Paalit ajetaan varastoon ja sieltä ne lastataan junaan, rekkaan tai laivaan.



U

Kuva 2. Sunilan tehtaan prosessikaavio (1.)

4 KUORENKÄSITTELY



Kuva 3. Kuoren käsittelyn prosessikuva (4.)

4.1 Sulatuskuljetin

Sulatuskuljettimen tehtävänä on kuoripinnan sulatuksen lisäksi syöttää puut kuorintarumpuun. Sulatuskuljetin on välttämätön talvisaikaan puun kuoripinnan sulattamiseksi. Puuniput nostetaan kurottajilla sulatuskuljettimelle. Kuljettimen pohja muodostuu 10 ketjusta, joita pyörittävät hydraulimoottorit. Linjan nopeus on 1- 5,4 m/minuutissa ja kuljettimen pituus on 74 m. Puun sulatus tapahtuu joko suora höyrylämmitteisesti n. 45 asteisella höyryllä tai tehtaan kuumavesiakulta tuodulla kuumalla vedellä. (4.)

4.2 Kuorintarumpu

Kuorintarumpu on päistään avoin lieriö, joka on 35 metriä pitkä ja jonka halkaisija on 6 metriä. Rumpu on varustettu kahdeksalla, 160 kilowatin tehoisella sähkömoottorilla, jotka pyörittävät rumpua. Puut nousevat rummussa olevien kuorimarautojen avulla ylös, ja pudotessaan takaisin alas puut kolhivat toisiinsa. Kuori irtoaa puusta mekaanisesti, puiden keskinäisen hankauksen ansiosta. Kuorinnan aikana rumpuun ruiskutetaan vettä. Kuori putoaa rummun alle hihnakuljettimelle, josta se siirretään kuorimurskaimelle. (4.)

4.3 Kuorimurskain

Ennen murskaimeen menoa kuorivirtaus ohittaa kameran, joka tarkkailee kuoren puuainespitoisuutta, ja magneetin, joka erottelee kuoren seasta metallin. Saalastin valmistaman murskaimen voimanlähteenä on 315 kilowatin sähkömoottori. Itse murskaimessa on useita tonneja painava roottori, joka suuren inertiansa johdosta jatkaa pyörimistään myös kuormitushuippujen aikana. Murskaushampaat murskaavat murskaimeen syötetyn materiaalin vastalevyä ja arinaa vasten. Palakooltaan riittävän pieneksi murskattu materiaali poistuu murskaimesta roottorin alla olevan arinallevyn aukoista. Palakooltaan suurempi materiaali kiertää uudelleen murskattavaksi. Murskaajan ansiosta kuori kulkee paremmin kuljettimilla ja vesi poistuu puristettaessa nopeammin (5. : 6.)



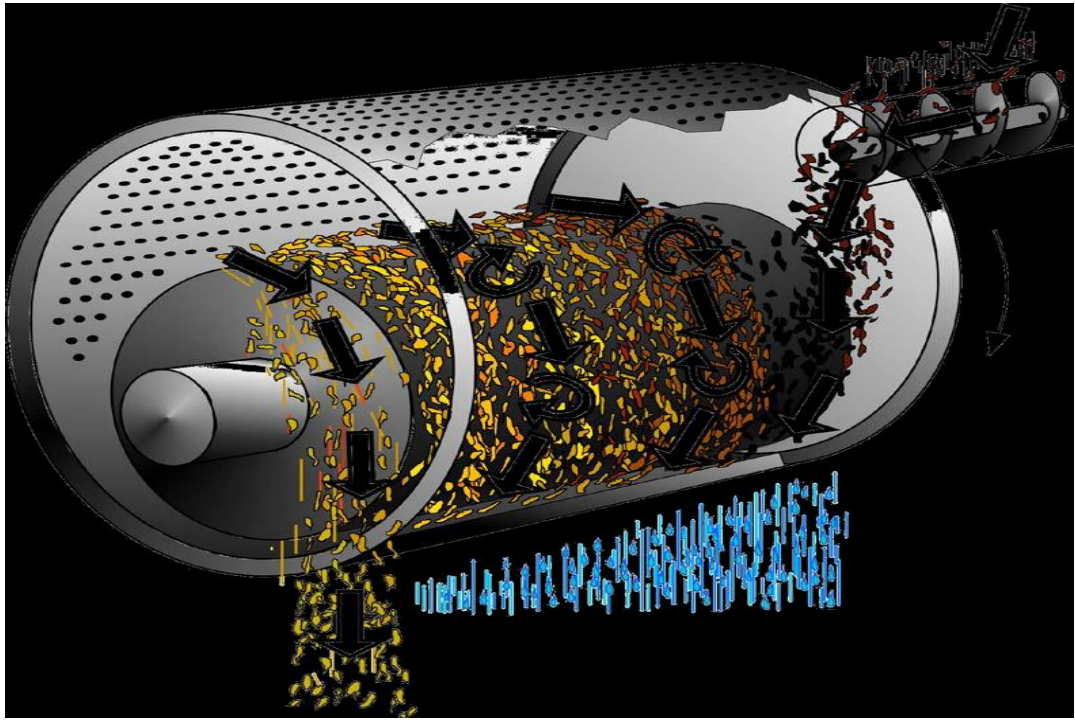
Kuva 4. Kuorimurskain

4.4 Kuoripuristimet

Ennen vuotta 2013 Sunilassa oli vain yksi kuoripuristin. Tehdasseisokin 2013 aikana kuoren käsittelyprosessiin lisättiin toinen Saalastin valmistama kuoripuristin. Ikäerosta huolimatta puristimet ovat hyvin samankaltaisia. Suurimpina eroina ovat käyttömoottorien sijainnit ja syöttöruuvit. Vanhemmassa puristimessa käyttö on syöttöpuolella ja uudemmassa päinvastoin. Uusi puristin on varustettu kahdella syöttöruuvilla, kun taas vanhempi yhdellä. Yhden kuoripuristimen lisäys mahdollisti sen, että kaikki murskattu kuori saadaan ajettua puristimien läpi, eikä kuorikasalle päädy puristamatonta kuorta. Näin ollen kuoren kuiva-ainepitoisuus saadaan pidettyä 40 - 45 % välillä ja kuorikattilan tehokkuus paranee. (5)

Kuori ja lietteet käsitellään Bark Master-kuoripuristimella puristamalla niitä useita kertoja rei'itetyn rummun ja sen sisällä olevan puristustelan välissä. Puristustela, jota käyttää sähkömoottori kiilahihnakäytön ja tappivaihteen välityksellä, pyörittää rumpua puristuksen alaisena olevan kuorimaton välityksellä. Kahdella erillisellä kantokehällä varustettu rumpu, pyörii vapaasti neljän puristimen runkoon laakeroidun kannatustelin varassa. (6.)

Uudemmassa puristimessa märkä kuori syötetään rummun ja puristustelan väliseen tilaan kaksoisruuvisyöttölaitteella. Vanhemmassa puristimessa ruuveja on vain yksi. Kaksoisruuvi on toimintavarmempi, siinä kuoren tukkeutumisvaaraa ei ole. Puristusvoima saadaan aikaan kahdella hydraulisylinterillä, jotka puristustelan päätyakseleihin laakeroitujen puristusvarsien avulla painavat telaa kuorta ja rumpua vasten kokonaispuristusvoimalla 160 tonnia. Rumpu pyörii vinossa asennossa vaakatasoon nähden, jolloin rumpuun syötetty kuori etenee rummussa spiraalimaista rataa puristustelan ympäri ja puristuu 3-6 kertaa rummun sisäpintaa vastaan, sekoittuen aina puristusten välillä. Kuivattu kuori tulee rummun poistopäästä vapaasti ulos. Kuoresta puristunut vesi virtaa rummussa olevien reikien läpi puristimen rungon alaosassa oleviin vesiaukkoihin. (6.)



Kuva 5. Kuoripuristimen toimintaperiaate. (6.)

Kuoripuristin toimii prosessissa kauko-ohjattuna ilman paikallista valvontaa. Puristimen toiminta on täysin automaattista eikä edellytä kuoren pinnankorkeuden valvonta- ja säätölaitteita. Mikäli kuoren syöttö puristimeen keskeytyy, pyörii puristustela rummun sisällä tyhjiään. Kun kuorta taas syötetään puristimeen, lähtee rumpu puristettavan kuorimaton vaikutuksesta liikkeelle ja puristin alkaa kuivata kuorta. Puristin on käynnissä aina, kuorivirran määrästä riippumatta. Ensimmäinen puristin puristaa kaiken mahdollisen kuoren. Loput kuoresta johdetaan seuraavalle puristimelle. (6)

Moottorin pyörimisnopeutta ohjataan taajuusmuuttajalla siten, että suurilla pyörimisnopeuksilla saavutetaan suuri puristuskapasiteetti, kun moottori pyörii hitaasti, saavutetaan pidempi puristusaika sekä sopiva kuorimaton paksuus myös pienillä kuorivirroilla. Pääkäytön pyörimisnopeus on vakio, sekä pienillä että suurilla matonpaksuuksilla. Näiden välillä pyörimisnopeus seuraa lineaarisesti maton paksuutta. (6.)



Kuva 6. Kuoripuristimet, joista vasemman puolimmainen on vanhempi

5 KUORI

5.1 Kuoren rakenne

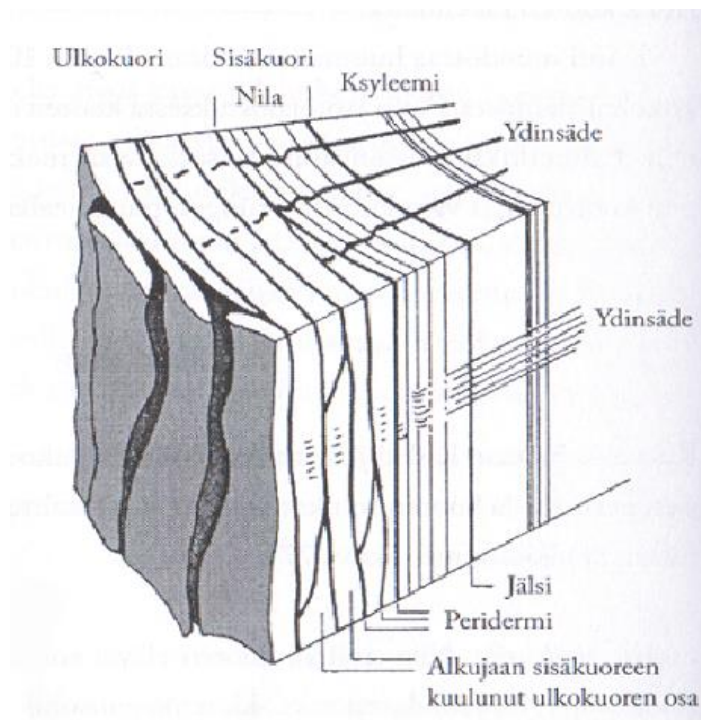
Puun kuoren rakenne vaihtelee puulajista toiseen. Myös samaan puulajiin kuuluvien puuyksilöiden kuoret voivat poiketa toisistaan rakenteeltaan ja kemialliselta koostumukseltaan. Kuoren rakenteeseen vaikuttaa niin puun ikä kuin kasvupaikkakin. Rakenne poikkeaa myös eri korkeudella puun runkoa. Kuori muodostaa huomattavan osan eli noin 10–15 % puunrungon kokonaispainosta. Kuori on rakenteeltaan ja koostumukseltaan hyvin heterogeenista. Kuoren solukot jaetaan kahteen ryhmään: sisäkuoreen eli nilaan ja ulkokuoreen. (7.)

5.1.1 Nila

Nila sisältää kuoren elävät solukot, ja se muodostuu siiviläsolukosta, tylpysolukosta sekä sklerenkyymisolukosta. Nilan tehtävänä on kuljettaa lehdisissä muodostuneita ravinteita ja nesteitä rungonsuunnassa alaspäin, ja tämän tehtävän hoitavat siiviläsolukot. Havupuilla siiviläsolukko muodostuu ksyleemin trakeideja vastaavista siiviläsoluista ja lehtipuilla ksyleemin putkiloja vastaavista siiviläputkista. (7.)

5.1.2 Ulkokuori

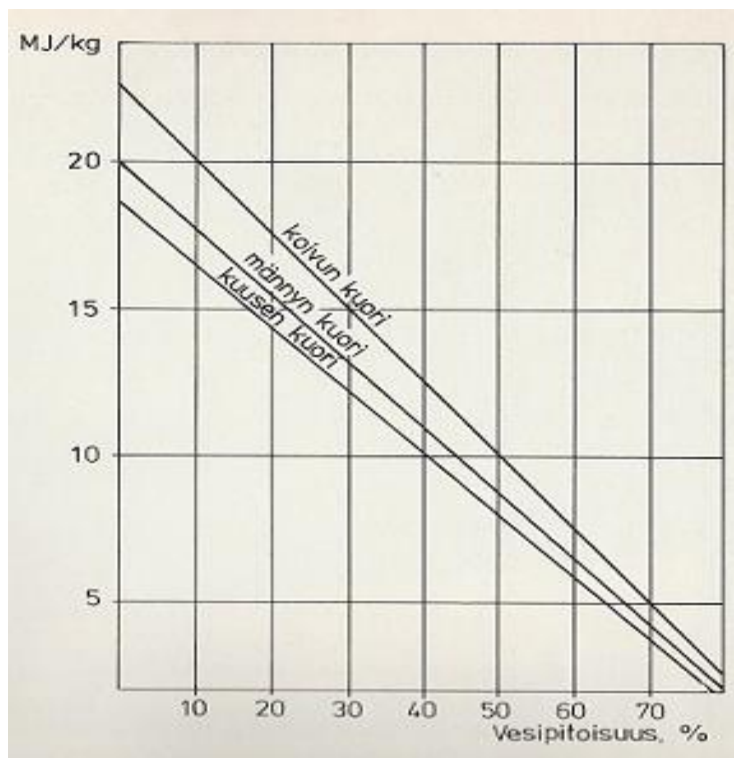
Puun kuoreen muodostuu nilan tylppysolukosta uusi solukko, jota kutsutaan korkkijälleksi eli fellogeeniksi. Vanhan puun tuottamia korkkisolukkoja kutsutaan kaarnaksi. Korkkijälsi tuottaa ulospäin korkkisolukkoa eli felleemiä. Ulkokuoren tehtävänä on, suojata puun solukkoja ulkoisilta vaurioilta, lämpötilan vaihteluilta ja kuivumiselta. Ulkokuoren osuus on suurin tyvessä ja pienenee latvaa kohti, joten kuoren kokonaispaksuus on suurin tyvessä. (7.)



Kuva 7. Havupuun kuoren rakenne (7.)

5.2 Kuoren käyttö yleisesti

Kuoren käyttömahdollisuuksia on laajennettu, ja sitä käytetäänkin mm. maanparannusaineena, kasvuturpeen seosmateriaalina, rikkakasvien torjunnassa puutarhanhoidossa ja kotieläinten sijojen kuivikkeena. Näiden edellä mainittujen käyttöosuus on kuitenkin pieni verrattuna kuoren polttoon, joka on selvästi suurin käyttömuoto. Koska kuoressa on huomattavia määriä ligniiniä, sen lämpöarvo on korkea. Lämpöarvo on lähes sama rungon eri korkeuksilla. Eri puulajien kuorten lämpöarvot vaihtelevat ja lehtipuilla lämpöarvot ovat pääsääntöisesti selvästi korkeampia kuin havupuilla. Koivun tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa on noin 21–23 MJ/kg, kun taas havupuulla se on vain noin 18,5 - 20 MJ/kg. Vaihtelu on suurempi pienpuussa kuin rungossa. Poltosta saatava hyötylämpö riippuu siis kuiva-ainepitoisuudesta, puulajista ja polttoolosuhteista. Kuiva-aineen massa (kg) on polttoaineen vedettömän osan kokonaismäärä, jota käytetään kuiva-aineosuuksien vertailuperustana. Poltossa kuoren kuiva-ainepitoisuuden olisi oltava vähintään 30 %. Korkeat kosteus- ja tuhkapitoisuudet heikentävät kuoren polttoaineominaisuuksia. (9)



Kuva 8. Kuoren vesipitoisuuden suhde lämpöarvoon (8.)

Energian tuotannon ohella polttamisella saadaan myös hävitettyä suurta kuorijäte määrää. Metsäteollisuudessa kuorta käytetään lämpökeskusten ja laitosten kattiloiden polttoaineena. Kuoripolttoaineen laatua voidaan huomattavasti parantaa sekoittamalla kuoren joukkoon kutterinlastua, purua tai ylijäämälietettä. (10.)

6 KUOREN KUIVA-AINEMITTAUKSET JA SAADUT TULOKSET

6.1 Näytteenotto

Kuorinäytteet kerätään molemmilta kuoripuristimilta erikseen. Näytteet otetaan suoraan kuoripuristimen purkausluiskalta. Näytteenotto tapahtuu päivävuoron aikana maanantaisin ja torstaisin. Näytteet kerätään pakastepusseihin, joihin merkitään päivämäärä, aika, puulaji ja näytteenottopaikka. Näytepusseja toimitetaan laboratorioon, jossa kuori punnitaan märkänä. Kuoret asetetaan alumiinivuokaan ja kuivauskaappiin, jonka lämpötila on 105 astetta. Näytteiden annetaan olla kaapissa 16 – 24 tuntia, jonka jälkeen kuoren paino ei enää muutu, eli kaikki vesi on poistunut. Kuoret punnitaan uudestaan ja näin saadaan kuoren kuivapaino oheisella laskukaavalla:

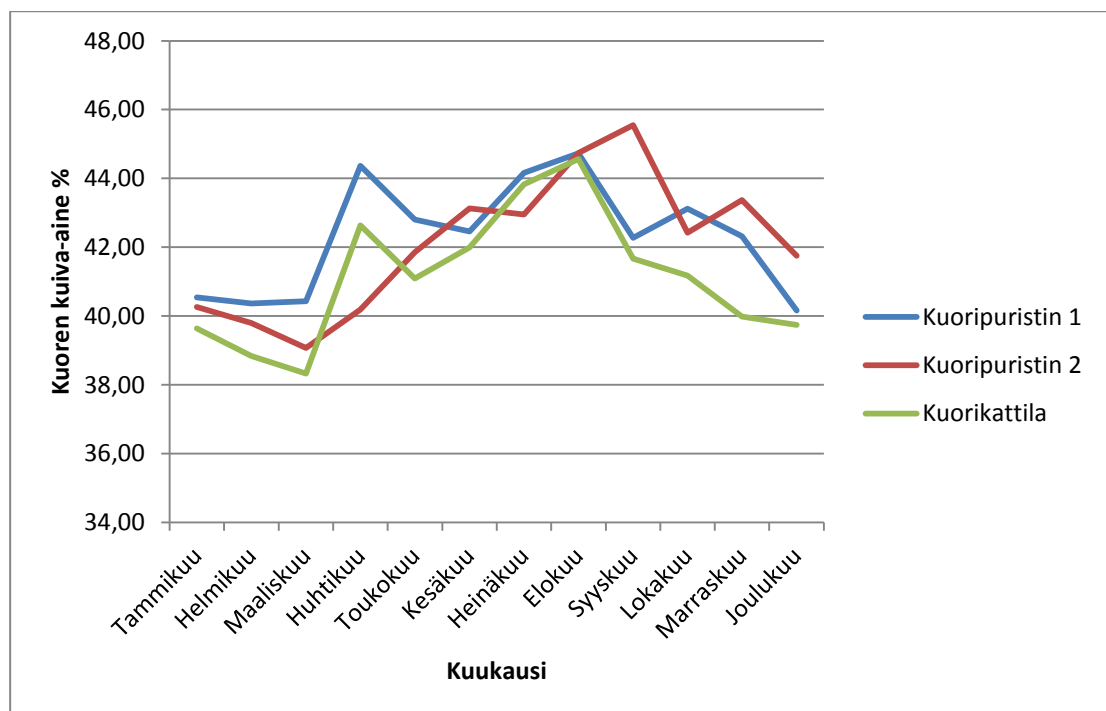
$$\text{Mar} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100$$

jossa Mar on märkäpainoa kohti laskettu kosteus saapumistilassa (%)
 m1 on märän näytteen massa (g)
 m2 on kuivatun näytteen massa (g) (10.)

Kosteuden määrittäminen perustuu ISO 589 menetelmään jota käytetään kotimaisien polttoaineiden analyysien yhteydessä. Kuoren kuiva-ainenäytteitä otetaan myös kuorikattilaan menevältä kuljettimelta viikon välein. Tässä tapauksessa kuoreen on sekoittunut myös biologiselta puhdistamolta tulevaa ylijäämälietettä, joten mittaustulos ei ole sama kuin suoraan puristimelta. Mittaukseen vaikuttaa myös, kuoren kulku kuorikasan kautta pitkälle kuorikuljettimelle ja sieltä vasta kuorikattilalle. (9.)

6.2 Tulokset

Taulukoista yksi, kaksi ja kolme nähdään kuiva-ainetulokset mitattuina kuoripuristimien purkausluiskilta. Mittaukset eritellään puristimen mukaan kuoripuristin 1 ja kuoripuristin 2. Kuori KK2 tarkoittaa kuorikattilaa edeltävän hihnakuljettimelta otettua näytettä. Tuloksessa täytyy huomioida, että kuoreen on sekoittunut ylijäämälietettä. Taulukoista yksi, kaksi ja kolme nähdään näytteenottoaikataulu. Näytteet pyritään ottamaan maanantaisin ja torstaisin, mutta juhlapäyhinä, tehdasseisokin ja koneen huollon aikana näytteet jäävät ottamatta. Vuonna 2014 vuotuinen huoltoseisokki pidettiin kesäkuun alussa, tästä syystä kuiva-aineita ei ole päästy määrittämään säännöllisen näytteenotto aikataulun mukaan. Kaaviosta yksi on pääteltävissä, että kuorenkuiva-aineet hieman nousevat kesän aikana. Marraskuun ja maaliskuun välisenä aikana kuoritun kuoren lämpötila laskee ja näin ollen myös kuiva-ainepitoisuudet laskevat. Kuorikattilalta otetuissa näytteissä kuiva-aineet ovat pienemmät johtuen kuoren varastoinnista ulkona isossa kasassa ja kuoren kulkeman pitkän matkan takia.



Kaavio 1. Kuoren kuiva-ainepitoisuudet (%) kuukausikeskiarvoina vuoden 2014 ajalta.

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kuoripuristimien toimintaa ja tarkastella puristetun kuoren kuiva-ainepitoisuutta. Tulokset osiossa mainittiin kuoren kuiva-ainepitoisuuden nousevan kesän aikana. Tähän vaikuttavat olosuhteet niin metsässä hakkuupaikalla kuin tehtaalla puiden varastoinnissa. Talvella puut jäätyvät ja niiden pintaan voi kasaantua ylimääräistä jäätä tai lunta. Sulatuskuljettimen tarkoitus on sulattaa jäinen puun pinta. Tehtaan niukan höyrytilanteen takia käytetään kuitenkin yleensä pelkkää lämmintä vettä. Tällä keinolla puuta ei saada riittävän lämpöiseksi. Kuoren lämpötila jää matalaksi ja sekaan voi jäädä jopa jäätä. Tämä heikentää veden poistoa puristuksessa. Alle kolmentoista asteen kuori alentaa kuiva-ainepitoisuutta huomattavasti.

Kuusen kuori on niljakkaampi kuin männyllä, joka myös vaikuttaa tuloksiin. Tässä työssä puulajeja ei eroteltu, vaan otannassa oli tuotannon mukaiset lajit näytteenottohetkellä. Mäntyä haketetaan kuitenkin selvästi enemmän. Kuorilinjalle päätyvät oksat ja säleet edistävät vedenpoistoa. Toisaalta taas hienoaineet kuten hiekka ja muu roska huonontavat sitä.

Puristuksen tehokkuuteen vaikuttavat teknisesti puristusaika, puristuspaine ja kuoripatjan paksuus. Sunilan kuorimon puristimia ajetaan tällä hetkellä siten, että ensimmäinen (uudempi) puristin pyörii vakionopeudella. Kaksoissyöttöruuvi säätelee kuorikakun paksuutta vanhalta puristimelta saadulla paksuusmita-arvolla (ns. kaskadisäätö). Molemmilla puristimilla tavoitellaan yhtä paksua kuoripatjaa (75 mm). Kaikki se, mitä ensimmäinen puristin ei pysty käsittelemään, ohjataan toiselle (vanhemmalle) puristimelle. Vanhemman puristimen pyörimisnopeus säätyy sen mukaan, kuinka paljon kuorta siihen ajetaan. Suurempi kuoren syöttömäärä kasvattaa pyörimisnopeutta ja päinvastoin. Syöttöruuvien nopeus on vakio.

Edellä mainittu toimintatapa on todettu hyväksi ja se ainakin varmistaa sen, että kaikki kuori tulee puristetuksi ja markkaa kuorta ei kuorikasaan päädy. Puristimista löytyy vielä kapasiteettia, jos kuoren määrä tuotannossa lisääntyy.

Vuoden 2013 kuoripuristininvestoinnin jälkeen kuorikattilaan on pystytty ajamaan kuorta, jonka kuiva-aine osuus on vähintään 30 %. Se on ehdoton vähimmäisvaatimus kuorikattilalle, jotta apupolttoainetta ei jouduttaisi käyttä-

mään. Tässä tapauksessa se tarkoittaa sahanpurua tai maakaasua. Pääasiassa kuiva-ainepitoisuudet ovat 40 – 50 % prosenttia. Kuoren varastoinnilla ulkona on suuri merkitys sen kosteuteen. Kuori viipyy pitkän aikaa kasalla ennen kuin se päätyy polttoon. Ulkovarastointi nostaa kuoren kosteuspitoisuutta.

LÄHTEET

1. Stora Enso Oyj, SE Sunilan tehdas katsaus, helmikuu 2015, Ei saatavissa [Viitattu 20.8.2015].
2. Stora Enso Oyj, Saatavissa: <http://biomaterials.storaenso.com/AboutUs-Site/Pages/Sunila.aspx> [Viitattu 31.8.2015].
3. Stora Enso Oyj, Sunilan tehdas intranet, Know Pulp-oppimisympäristö, Ei saatavissa [Viitattu 4.9.2015].
4. Puukäsittelyn esittely. Puunkäsittelyn esittelymateriaali 2014, Ei saatavissa [Viitattu 2.9.2015].
5. Saalasti 2013. Kuoren käsittelyn muutokset, Ei saatavissa [Viitattu 10.9.2015].
6. Saalasti 2013. Käyttö- ja huolto-ohje, Ei saatavissa [Viitattu 10.9.2015].
7. Jääskeläinen, A., Sundqvist, H. 2007. Puun rakenne ja kemia. Hakapaino Oy.
8. Metsäteollisuuden työnantajaliitto, 1983. Sahateollisuuden sivutuotteet. Oy Trio-offset AB.
9. Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT Tiedotteita 2045. Otamedia Oy. Espoo. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf>. [Viitattu 23.10.2015].
10. Puupolttoaineiden laatuohje – päivitys 2014. Saatavissa: http://bioenergia.fi/Tietoa_puuenergiasta [Viitattu 14.10.2015].

Taulukko 1. Kuoren kuiva-ainemittausten tulokset tammikuun alusta toukokuun alkuun.

Päivämäärä	Kuiva-aine %	Näytepaikka	Päivämäärä	Kuiva-aine %	Näytepaikka
2.1.2014	39,49	Kuoripuristin 1	4.3.2014	32,30	Kuoripuristin 2
2.1.2014	40,39	Kuoripuristin 2	6.3.2014	41,80	Kuoripuristin 1
7.1.2014	37,83	Kuori KK2	6.3.2014	45,34	Kuoripuristin 2
7.1.2014	37,47	Kuoripuristin 2	6.3.2014	39,49	Kuori KK2
7.1.2014	36,19	Kuoripuristin 1	10.3.2014	40,31	Kuoripuristin 1
9.1.2014	39,18	Kuoripuristin 2	10.3.2014	34,56	Kuoripuristin 2
9.1.2014	37,22	Kuoripuristin 1	13.3.2014	36,98	Kuoripuristin 1
13.1.2014	39,46	Kuoripuristin 2	13.3.2014	37,95	Kuoripuristin 2
13.1.2014	39,18	Kuoripuristin 1	17.3.2014	39,14	Kuoripuristin 1
14.1.2014	39,28	Kuori KK2	17.3.2014	39,41	Kuoripuristin 2
16.1.2014	45,76	Kuoripuristin 2	20.3.2014	41,38	Kuoripuristin 1
16.1.2014	44,53	Kuoripuristin 1	20.3.2014	42,02	Kuoripuristin 2
20.1.2014	30,34	Kuoripuristin 2	20.3.2014	38,43	Kuori KK2
20.1.2014	39,26	Kuoripuristin 1	24.3.2014	37,49	Kuoripuristin 1
21.1.2014	39,58	Kuori KK2	24.3.2014	38,43	Kuoripuristin 2
23.1.2014	46,15	Kuoripuristin 1	27.3.2014	42,05	Kuoripuristin 1
23.1.2014	45,38	Kuoripuristin 2	27.3.2014	43,29	Kuoripuristin 2
27.1.2014	42,16	Kuoripuristin 1	31.3.2014	37,08	Kuori KK2
27.1.2014	41,76	Kuoripuristin 2	31.3.2014	42,57	Kuoripuristin 1
28.1.2014	41,87	Kuori KK2	31.3.2014	38,37	Kuoripuristin 2
30.1.2014	40,66	Kuoripuristin 1	3.4.2014	39,97	Kuoripuristin 1
30.1.2014	42,64	Kuoripuristin 2	3.4.2014	46,09	Kuoripuristin 2
3.2.2014	39,39	Kuori KK2	7.4.2014	47,21	Kuoripuristin 1
3.2.2014	40,38	Kuoripuristin 1	7.4.2014	33,76	Kuoripuristin 2
3.2.2014	41,37	Kuoripuristin 2	10.4.2014	41,20	Kuoripuristin 1
5.2.2014	42,29	Kuoripuristin 1	10.4.2014	33,67	Kuoripuristin 2
5.2.2014	44,61	Kuoripuristin 2	14.4.2014	41,07	Kuori KK2
10.2.2014	38,13	Kuoripuristin 1	14.4.2014	44,33	Kuoripuristin 1
10.2.2014	40,68	Kuoripuristin 2	14.4.2014	35,46	Kuoripuristin 2
10.2.2014	38,75	Kuori KK2	22.4.2014	42,93	Kuoripuristin 1
13.2.2014	42,11	Kuoripuristin 1	22.4.2014	42,36	Kuoripuristin 2
13.2.2014	27,05	Kuoripuristin 2	24.4.2014	45,29	Kuoripuristin 1
17.2.2014	44,17	Kuoripuristin 1	24.4.2014	45,95	Kuoripuristin 2
17.2.2014	44,44	Kuoripuristin 2	28.4.2014	44,00	Kuoripuristin 1
17.2.2014	39,07	Kuori KK2	28.4.2014	43,54	Kuoripuristin 2
20.2.2014	42,83	Kuoripuristin 2	28.4.2014	44,19	Kuori KK2
20.2.2014	40,67	Kuoripuristin 1	30.4.2014	50,00	Kuoripuristin 1
24.2.2014	37,24	Kuoripuristin 1	30.4.2014	40,66	Kuoripuristin 2
24.2.2014	38,98	Kuoripuristin 2	5.5.2014	41,42	Kuoripuristin 1
24.2.2014	38,13	Kuori KK2	5.5.2014	41,01	Kuoripuristin 2
27.2.2014	38,41	Kuoripuristin 2	8.5.2014	41,96	Kuoripuristin 1
27.2.2014	37,85	Kuoripuristin 1	8.5.2014	41,34	Kuoripuristin 2
4.3.2014	42,13	Kuoripuristin 1	8.5.2014	41,54	Kuori KK2

Taulukko 2. Kuoren kuiva-ainemittausten tulokset toukokuun alkupuolelta lokakuun alkuun.

Päivämäärä	Kuiva-aine %	Näytepaikka	Päivämäärä	Kuiva-aine %	Näytepaikka
12.5.2014	41,18	Kuoripuristin 1	24.7.2014	47,09	Kuoripuristin 1
12.5.2014	37,57	Kuoripuristin 2	24.7.2014	46,56	Kuoripuristin 2
13.5.2014	40,64	Kuori KK2	28.7.2014	44,90	Kuoripuristin 1
15.5.2014	40,41	Kuoripuristin 1	28.7.2014	43,90	Kuoripuristin 2
15.5.2014	40,92	Kuoripuristin 2	31.7.2014	45,36	Kuoripuristin 1
19.5.2014	43,05	Kuoripuristin 1	31.7.2014	45,43	Kuoripuristin 2
19.5.2014	41,21	Kuoripuristin 2	4.8.2014	47,02	Kuoripuristin 1
22.5.2014	41,79	Kuoripuristin 1	4.8.2014	48,19	Kuoripuristin 2
22.5.2014	41,90	Kuoripuristin 2	4.8.2014	47,06	Kuori KK2
26.5.2014	49,72	Kuoripuristin 1	7.8.2014	43,74	Kuoripuristin 1
26.5.2014	47,85	Kuoripuristin 2	7.8.2014	44,05	Kuoripuristin 2
28.5.2014	43,02	Kuoripuristin 2	11.8.2014	50,95	Kuoripuristin 1
28.5.2014	42,88	Kuoripuristin 1	11.8.2014	50,42	Kuoripuristin 2
16.6.2014	43,52	Kuoripuristin 1	11.8.2014	42,90	Kuori KK2
16.6.2014	44,01	Kuoripuristin 2	14.8.2014	42,33	Kuoripuristin 1
17.6.2014	44,99	Kuori KK2	14.8.2014	43,27	Kuoripuristin 2
19.6.2014	43,89	Kuoripuristin 1	18.8.2014	43,42	Kuoripuristin 2
19.6.2014	46,39	Kuoripuristin 2	18.8.2014	44,83	Kuoripuristin 1
23.6.2014	42,94	Kuoripuristin 2	19.8.2014	43,71	Kuori KK2
23.6.2014	43,06	Kuoripuristin 1	21.8.2014	42,85	Kuoripuristin 1
26.6.2014	41,59	Kuori KK2	21.8.2014	44,33	Kuoripuristin 2
26.6.2014	42,37	Kuoripuristin 1	25.8.2014	43,55	Kuoripuristin 1
26.6.2014	43,13	Kuoripuristin 2	25.8.2014	43,08	Kuoripuristin 2
27.6.2014	43,14	Kuoripuristin 1	25.8.2014	43,70	Kuori KK2
27.6.2014	42,46	Kuoripuristin 2	28.8.2014	42,56	Kuoripuristin 1
30.6.2014	38,76	Kuoripuristin 1	28.8.2014	41,18	Kuoripuristin 2
30.6.2014	39,85	Kuoripuristin 2	1.9.2014	42,33	Kuoripuristin 1
30.6.2014	39,40	Kuori KK2	1.9.2014	43,44	Kuoripuristin 2
2.7.2014	40,08	Kuoripuristin 1	1.9.2014	42,74	Kuori KK2
2.7.2014	38,49	Kuoripuristin 2	8.9.2014	40,60	Kuori KK2
7.7.2014	43,92	Kuoripuristin 1	9.9.2014	45,79	Kuoripuristin 1
7.7.2014	37,67	Kuoripuristin 2	9.9.2014	45,71	Kuoripuristin 2
7.7.2014	42,50	Kuori KK2	11.9.2014	47,48	Kuoripuristin 1
10.7.2014	44,43	Kuoripuristin 1	11.9.2014	47,49	Kuoripuristin 2
10.7.2014	43,41	Kuoripuristin 2	15.9.2014	39,85	Kuoripuristin 1
14.7.2014	39,55	Kuoripuristin 1	18.9.2014	40,80	Kuoripuristin 1
14.7.2014	40,97	Kuoripuristin 2	22.9.2014	42,84	Kuoripuristin 1
14.7.2014	43,47	Kuori KK2	25.9.2014	39,55	Kuoripuristin 1
17.7.2014	44,37	Kuoripuristin 1	29.9.2014	40,10	Kuoripuristin 1
17.7.2014	42,85	Kuoripuristin 2	2.10.2014	40,51	Kuoripuristin 1
21.7.2014	47,31	Kuoripuristin 2	2.10.2014	40,17	Kuoripuristin 2
21.7.2014	47,77	Kuoripuristin 1	6.10.2014	46,34	Kuoripuristin 1
24.7.2014	45,52	Kuori KK2	6.10.2014	45,43	Kuoripuristin 2

Taulukko 3. Kuoren kuiva-ainemittausten tulokset lokakuun alusta vuoden loppuun.

Päivämäärä	Kuiva-aine %	Näytepaikka	Päivämäärä	Kuiva-aine %	Näytepaikka
9.10.2014	39,29	Kuoripuristin 1	17.11.2014	43,03	Kuoripuristin 2
9.10.2014	40,97	Kuoripuristin 2	20.11.2014	40,47	Kuoripuristin 1
13.10.2014	37,96	Kuori KK2	20.11.2014	44,53	Kuoripuristin 2
13.10.2014	42,91	Kuoripuristin 2	24.11.2014	43,01	Kuoripuristin 1
15.10.2014	42,12	Kuori KK2	24.11.2014	41,34	Kuoripuristin 2
16.10.2014	45,63	Kuoripuristin 1	24.11.2014	39,61	Kuori KK2
16.10.2014	44,82	Kuoripuristin 2	27.11.2014	42,14	Kuoripuristin 1
20.10.2014	48,51	Kuoripuristin 1	27.11.2014	44,38	Kuoripuristin 2
20.10.2014	51,11	Kuoripuristin 2	1.12.2014	39,18	Kuoripuristin 1
20.10.2014	43,42	Kuori KK2	1.12.2014	41,75	Kuoripuristin 2
23.10.2014	42,90	Kuoripuristin 1	1.12.2014	41,36	Kuori KK2
23.10.2014	40,98	Kuoripuristin 2	4.12.2014	43,99	Kuoripuristin 1
28.10.2014	41,23	Kuoripuristin 1	4.12.2014	45,09	Kuoripuristin 2
28.10.2014	40,74	Kuoripuristin 2	8.12.2014	39,22	Kuori KK2
30.10.2014	40,51	Kuoripuristin 1	8.12.2014	39,06	Kuoripuristin 1
30.10.2014	34,66	Kuoripuristin 2	8.12.2014	38,83	Kuoripuristin 2
3.11.2014	42,59	Kuori KK2	11.12.2014	38,54	Kuoripuristin 1
3.11.2014	46,44	Kuoripuristin 1	11.12.2014	40,14	Kuoripuristin 2
3.11.2014	45,26	Kuoripuristin 2	15.12.2014	37,96	Kuoripuristin 1
6.11.2014	38,13	Kuoripuristin 1	15.12.2014	40,01	Kuoripuristin 2
6.11.2014	42,31	Kuoripuristin 2	18.12.2014	42,51	Kuoripuristin 1
10.11.2014	43,43	Kuoripuristin 1	18.12.2014	42,94	Kuoripuristin 2
10.11.2014	43,69	Kuoripuristin 2	29.12.2014	43,98	Kuoripuristin 1
11.11.2014	37,56	Kuori KK2	29.12.2014	44,60	Kuoripuristin 2
13.11.2014	41,84	Kuoripuristin 1	29.12.2014	38,63	Kuori KK2
13.11.2014	42,42	Kuoripuristin 2	31.12.2014	36,02	Kuoripuristin 1
17.11.2014	40,15	Kuori KK2	31.12.2014	40,67	Kuoripuristin 2
17.11.2014	43,09	Kuoripuristin 1			